



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ÍNDICE DE DERIVA E ESPECTRO DE GOTAS POR UM  
MICROPULVERIZADOR ATOMIZADOR NA CULTURA DO CAFÉ**

**MATHEUS DE JESUS DAMOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BRASÍLIA/DF**  
**SETEMBRO/2022**

# **ÍNDICE DE DERIVA E ESPECTRO DE GOTAS POR UM MICROPULVERIZADOR ATOMIZADOR NA CULTURA DO CAFÉ**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV da Universidade de Brasília - UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pereira da Silva Correia

**BRASÍLIA, DF  
2022**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ÍNDICE DE DERIVA E ESPECTRO DE GOTAS POR UM MICRO  
PULVERIZADOR ATOMIZADOR NA CULTURA DO CAFÉ**

**MATHEUS DE JESUS DAMOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO A FACULDADE DE  
AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AGRÔNOMO

**APROVADA POR:**

**TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA, Faculdade de Agronomia e Medicina  
Veterinária – Universidade de Brasília**

**ARTHUR GABRIEL CALDAS LOPES, Engenheiro Agrônomo Me - Faculdade de  
Ciências Agrárias – FCA\Unesp**

**ALYNE AYLÁ RODRIGUES DE SOUZA, Engenheira Agrônoma - Faculdade de  
Ciências Agrárias – FCA\Unesp**

**BRASÍLIA/DF, 29 de SETEMBRO 2022**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Damos, Matheus de Jesus

**Índice de deriva e espectro de gotas por um micropulverizador atomizador na cultura do café**

/ Matheus de Jesus Damos, orientação de Tiago Pereira da Silva Correia. – Brasília, 2022.

23 p.: il.

Monografia de graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2021.

1. manejo de adubação 2. eficiência 3. distribuição de fertilizantes  
I. Correia, T. P. S. II. Título

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DAMOS, M. J. **Índice de deriva e espectro de gotas por um micropulverizador atomizador na cultura do café**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 23 p. Trabalho de conclusão de curso.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Matheus de Jesus Damos

TÍTULO DO TRABALHO:

**Índice de deriva e espectro de gotas por um micropulverizador atomizador na cultura do café**

Grau: Graduação      Ano: 2022

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

---

Nome: MATHEUS DE JESUS DAMOS

CPF: 06974954182

Tel: (61) 99938-8757

Email: matheusjdamos@gmail.com

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me dar a oportunidade de me tornar Engenheiro Agrônomo pela Universidade de Brasília. Aos meus pais Ney Damos Ferreira e Sirley Barbosa de Jesus Damos. A minha namorada Thalita Monteiro da Silva, que sempre me apoiou. A todos os familiares. Aos professores que contribuíram com seus conhecimentos no meu processo de formação profissional, em especial ao Prof. Dr. Tiago P. da S. Correia, coordenador do grupo de estudos Lamagri/UnB, onde fui membro por três anos e aprimorei os meus conhecimentos na área de mecanização agrícola. Aos amigos de curso, os quais levarei a amizade para sempre.

## RESUMO

Um dos principais desafios da operação de pulverização em cafezais é a penetração de gotas no dossel da cultura e controle de deriva, sobretudo quando utilizados pulverizadores atomizadores de pequeno porte e pouca tecnologia embarcada. O objetivo do trabalho foi avaliar o espectro de gotas e índice de deriva produzidos por um pulverizador atomizador de pequeno porte em diferentes pressões de trabalho na cultura do café. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições cada, os tratamentos foram três pressões de pulverização, 250 kPa (T1), 500 kPa (T2) e 700 kPa (T3). Foi utilizado um pulverizador modelo K.O Caçulão 500 turbo, equipado com pontas de pulverização do tipo cone vazio e calibrado para vazões de 6, 11 e 12 L min<sup>-1</sup> a 4,2 km h<sup>-1</sup>, para T1, T2 e T3 respectivamente. As variáveis avaliadas foram volume aplicado (L há<sup>-1</sup>), cobertura do alvo (%), densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>), diâmetro mediano volumétrico de gotas (µm) e índice de exoderiva e deriva no operador. A maior pressão de pulverização proporcionou maior volume depositado, cobertura do alvo e densidade de gotas

**Palavras-chave:** cafeicultura, micro pulverizador, perdas, tecnologia de aplicação

## ABSTRACT

One of the main challenges of the spraying operation in coffee plantations is the penetration of droplets into the crop canopy and control of drift, especially in small properties, where small sprayers and little on-board technology are used. The objective of this work was to evaluate the droplet spectrum, applied volume, drift rates and droplet deposit on the applicator produced by a hydropneumatic sprayer operating at different pressures in the coffee crop. The experimental design adopted was completely randomized with three treatments and four replications each, the treatments were three spray pressures, 250 kPa (T1); 500 kPa (T2) and 700 kPa (T3) in a hydropneumatic sprayer equipped with empty cone spray tips, with flow rates of 6, 11 and 12 L min<sup>-1</sup> at 4.2 km h<sup>-1</sup> being obtained for T1, T2 and T3 respectively. The applied volume, target coverage and droplet spectrum in coffee plants, exoderivation and operator drift were evaluated. Higher spray pressure provided higher deposited volume, target coverage and droplet density cm<sup>-2</sup> at all collection points.

**Keywords:** coffee growing, agricultural mechanization, sprayer, application technology

**Sumário**

1.	OBJETIVO.....	9
1.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2.	INTRODUÇÃO .....	10
3.	MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
5.	CONCLUSÃO .....	20
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

## 1. OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar o espectro de gotas, volume aplicado, índice de deriva e depósito de gotas sobre o aplicador produzidos por um pulverizador atomizador de pequeno porte em diferentes pressões de trabalho na cultura do café.

### 1.1. Objetivos Específicos

Avaliar o volume de calda aplicado, a porcentagem de cobertura, densidade de gotas e diâmetro mediano volumétrico das gotas atingidas nas plantas de café;

Avaliar o volume de calda , porcentagem de gotas e diâmetro mediano volumétrico das gotas em exoderiva e atingidas no operador.

## 2. INTRODUÇÃO

Durante a safra 2021/22, a produção de café foi estimada em 35.711,9 mil sacas, aumento de 13,6% em relação à safra anterior. Entretanto, em relação a última bienalidade positiva, a produção reduziu 23,6% devido fatores climáticos (CONAB, 2022).

A cafeicultura convencional requer frequentes aplicações de defensivos agrícolas para o controle e combate de diversas pragas e doenças que acometem a sanidade e produtividade das plantas. Nesse sentido a tecnologia de aplicação torna-se fundamental para eficiência dos produtos, economicidade e segurança da operação (CONTIERO, BIFFE, CATAPAN 2018).

Silva et al., (2016) ressaltam que a tecnologia de aplicação em cafezais apresenta desafios específicos em decorrência da arquitetura e elevado índice de área foliar das plantas. Em estudo publicado por Gavrilescu (2005), foi estimado que 55% do volume aplicado durante uma pulverização não atinge o alvo, dispersando-se na forma de exoderiva, endoderiva e evaporação. Silva et al. (2014) esclarecem que gotas perdidas na área de domínio do alvo são definidas como endoderiva, e que gotas depositadas fora do domínio da cultura são exoderiva.

Em busca de maior rendimento operacional, economicidade e apelos ambientais, Gitirana Neto et al. (2016) apontam uma constante tendência prática de redução dos volumes de calda aplicados, utilizando defensivos com maior tecnologia, equipamentos adequados, domínio do conhecimento operacional e capacitação. Contudo, Ruas et al. (2015) indicam que a realidade de pequenas propriedades e pulverizadores atomizadores de pequeno porte, não refletem a presença de tecnologia e práticas adequadas de aplicação.

A pulverização com pulverizadores atomizadores é constantemente questionada quanto a sua eficiência, um dos fatores que influenciam diretamente neste aspecto é a presença da turbina de impulsionamento de ar ao fluxo de gotas pulverizadas, a elevada pressão de pulverização e o elevado risco de exoderiva (Yang, Zhu & Wan, 2020; Soheilifard et al., 2020).

O objetivo do trabalho foi avaliar o espectro de gotas, volume aplicado, índices de deriva e depósito de gotas sobre o aplicador produzidas por um pulverizador atomizador de pequeno porte hidropneumático operando em diferentes pressões na cultura do café.

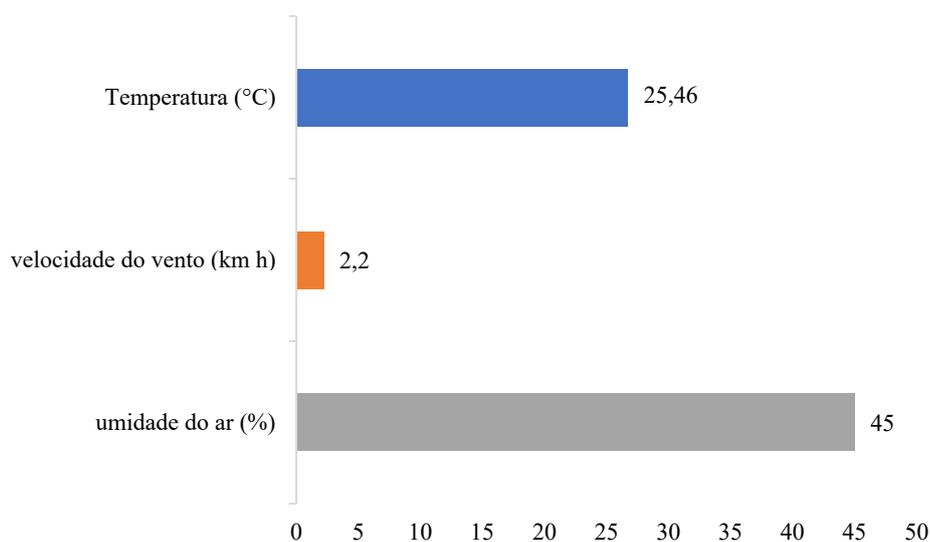
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante a safra 2022, em campo experimental de produção de café arábica, cultivar Catuaí-144, da Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília (FAL/UnB).

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw tropical, com verão chuvoso e quente e inverno seco e quente, enquanto o solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de acordo com o levantamento pedológico realizado pela Embrapa (EMBRAPA 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições cada, totalizando 12 parcelas experimentais. Os tratamentos adotados foram: pressões de pulverização de 250 kPa (T1), 500 kPa (T2) e 700 kPa (T3).

Para caracterização das condições meteorológicas foi utilizado um anemômetro digital da marca Akso, modelo AK835, e um termo-higrômetro da mesma marca, modelo AK28. Os valores médios de temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.



**Figura 1. Média das condições meteorológicas durante o experimento.**

O pulverizador utilizado foi do tipo turbo atomizador, modelo K.O Caçulão 500 turbo, equipado com porta bicos modelos K.O dirigível NR-2 e pontas de pulverização MagnoJet modelo MF015, do tipo leque com ângulo de 110°, espaçadas em 0,15 m e 0,10 m respectivamente na seção inferior e superior do aro de pulverização. O pulverizador possui tanque com capacidade de 500 L e agitador de calda do tipo hidráulico, turbina de vento com

hélices a 1680 rpm capazes de produzir vento com velocidade de  $84 \text{ km h}^{-1}$  e volume deslocado de  $20.000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

O atomizador foi tracionado e acionado por um micro trator de eixo único, modelo Yanmar Agritech NSB-14S (TC14S), de 10,3 kW (14cv) de potência a 2400 rpm e partida manual por manivela. O conjunto mecanizado operou a  $4,2 \text{ km h}^{-1}$ , atingindo vazão de 6, 11 e  $12 \text{ L min}^{-1}$  para T1, T2 e T3 respectivamente.

A calda de pulverização foi composta por água limpa e corante artificial azul (Xadrez) na concentração de 2,5%, homogeneizada com o agitador de calda do pulverizador.

O cafezal foi plantado no ano de 2016, utilizando espaçamento entrelinhas de 3,7 m e entre plantas de 0,7 m, possuindo população de  $3.861 \text{ plantas ha}^{-1}$  e plantas com altura média de 2,3 m. No momento da aplicação as plantas estavam em estágio fenológico vegetativo avançado, com ramos e folhas bem desenvolvidos.

Para a mensuração dos depósitos de calda pulverizados sobre as folhas foram fixados papéis fotográficos de medidas  $76 \text{ mm} \times 26 \text{ mm}$ , conforme metodologia proposta por Baio et al. (2015), no limbo superior de folhas do dossel, sendo um papel próximo ao ramo ortotrópico, que são ramos verticais, que produzem folhas e ramificam com o padrão de simetria radial visando mensurar a quantidade de calda que adentra na cultura e o outro fixado nas folhas externas do ramo plagiotrópico, que crescem em posição horizontal ou decumbente e ramificam e produzem flores e folhas seguindo padrão de simetria bilateral à uma distância aproximada de 0,7 m do caule, em plantas de ambos lados da rua de plantio, sendo utilizadas oito plantas por repetição.

Para quantificar a exoderiva, um arco de PVC com diâmetro de 25 mm e 3 m de comprimento foi instalado entre fileiras do cafezal. A 2,5 m de altura do PVC foram fixados dois papéis fotográficos, um no lado direito e outro no esquerdo, de medidas  $76 \text{ mm} \times 26 \text{ mm}$ , conforme metodologia proposta por Baio et al. (2015). Foram instalados quatro arcos por repetição. Para quantificar a deriva sobre o operador, foram fixados papéis fotográficos entre ombros, e a pulverização realizada ao longo de 30 m de percurso entre fileiras do cafezal. Após a aplicação os papéis fotográficos foram recolhidos e armazenados em embalagens de plástico.

Os papéis fotográficos coletados foram escaneados e submetidos a análise de imagens pelo programa DropLeaf – Spraying Meter™, sendo obtidos os seguintes dados do espectro de gotas: volume aplicado ( $\text{L ha}^{-1}$ ), cobertura do alvo (%), densidade de gotas ( $\text{gotas cm}^{-2}$ ), diâmetro mediano volumétrico das gotas ( $\mu\text{m}$ ).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $P \leq 0,05$ ) com o auxílio do software estatístico AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO, 2010).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância para as variáveis avaliadas.

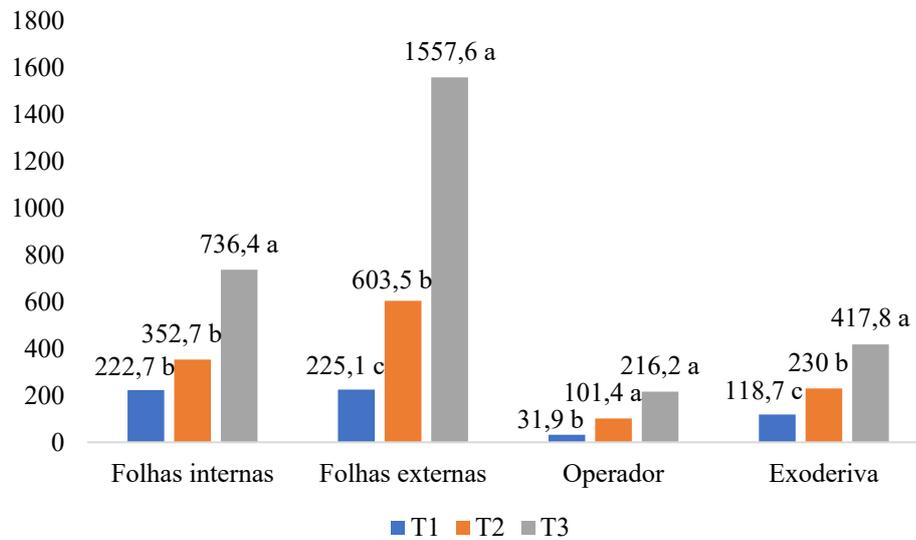
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para as variáveis avaliadas de espectro de gotas.

Variável	Local	DP	CV (%)	Média	Teste F	DMS (5%)
Volume depositado (L ha <sup>-1</sup> )	Folhas internas <sup>1</sup>	0,011	0,56	437,27	22,64**	0,0235
	Folhas externas <sup>2</sup>	0,004	0,26	795,39	50,84**	0,0095
	Operador <sup>3</sup>	0,492	11,20	116,48	15,45**	0,9716
	Atmosfera <sup>4</sup>	0,263	4,88	255,48	20,94**	0,5201
Cobertura (%)	Folhas internas <sup>5</sup>	7,514	18,85	42,11	22,07**	14,83
	Folhas externas <sup>6</sup>	0,317	6,17	57,87	23,13**	0,626
	Operador <sup>7</sup>	4,213	18,96	7,23	18,14**	8,31
	Atmosfera <sup>8</sup>	0,032	1,83	51,96	22,58**	0,063
Densidade (gotas cm <sup>-2</sup> )	Folhas internas <sup>9</sup>	0,358	9,61	44,34	35,59**	0,707
	Folhas externas <sup>10</sup>	0,237	7,60	36,54	28,08**	0,468
DMV (µm)	Folhas internas <sup>11</sup>	0,381	3,60	449,29	21,34**	0,752
	Folhas externas <sup>12</sup>	0,050	0,97	565,21	48,50**	0,110
	Operador <sup>13</sup>	0,888	5,13	463,51	19,21**	1,753
	Atmosfera <sup>14</sup>	941,7	6,39	320,59	63,54**	1902,7

DP: desvio padrão. CV: coeficiente de variação. DMS: diferença mínimasignificativa. \*\*Significativo ao nível de 1% probabilidade de erro. <sup>1</sup>ER:  $y = -76,3794 + 256,8267x$ ;  $R^2 = 0,924$ . <sup>2</sup>ER:  $y = -537,0889 + 666,2377x$ ;  $R^2 = 0,941$ . <sup>3</sup>ER:  $y = -67,8186 + 92,1509x$ ;  $R^2 = 0,980$ . <sup>4</sup>ER:  $y = -43,5944 + 149,5375x$ ;  $R^2 = 0,978$ . <sup>5</sup>ER:  $y = 5,6041 + 18,2537x$ ;  $R^2 = 0,987$ . <sup>6</sup>ER:  $y = 6,4108 + 25,7312x$ ;  $R^2 = 0,993$ . <sup>7</sup>ER:  $y = 2,4083 + 2,4125x$ ;  $R^2 = 0,963$ . <sup>8</sup>ER:  $y = 1,1166 + 25,4237x$ ;  $R^2 = 0,948$ . <sup>9</sup>ER:  $y = 113,3833 - 34,5187x$ ;  $R^2 = 0,985$ . <sup>10</sup>ER:  $y = 83,5933 - 23,5262x$ ;  $R^2 = 0,995$ . <sup>11</sup>ER:  $y = 107,100 + 171,095x$ ;  $R^2 = 0,990$ . <sup>12</sup>ER:  $y = 71,9391 + 259,5812x$ ;  $R^2 = 0,969$ . <sup>13</sup>ER:  $y = 48,7791 + 207,3675x$ ;  $R^2 = 0,991$ . <sup>14</sup>ER:  $y = 155,0822 + 86,2683x$ ;  $R^2 = 0,965$ .

De acordo com a Tabela 1 os resultados apresentam baixos valores de coeficiente de variação e diferenças significativas para todas as variáveis nos diferentes pontos de coleta de gotas: folhas internas, externas, operador e deriva conforme demonstrado pelo Teste F e o Pvalor. Observa-se que os valores de  $R^2$  para as equações utilizadas apresentam valores acima de 0,9, indicando que os valores estão ajustados e apresentam baixa variabilidade.

Na Figura 2 são apresentados os dados relativos ao volume depositado em L ha<sup>-1</sup> em função da pressão de pulverização.

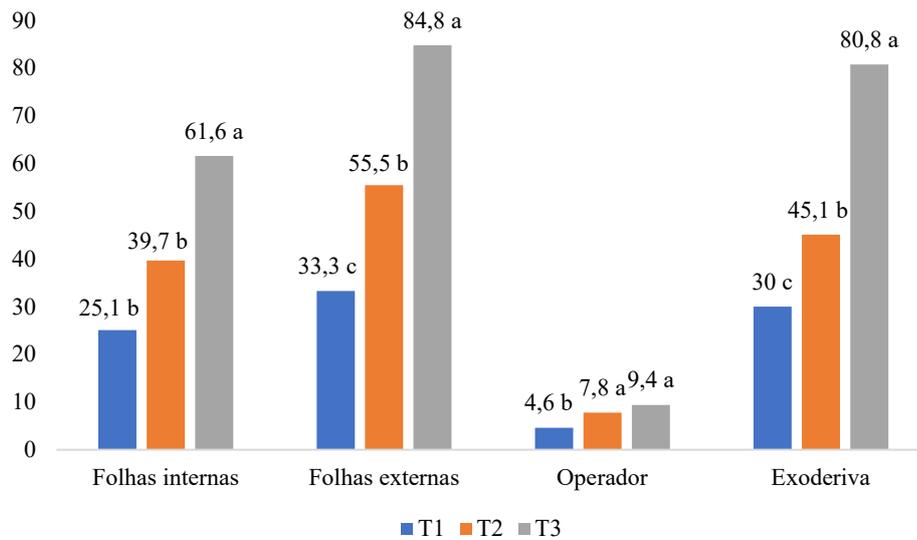


**Figura 2.** Volume depositado em função da pressão de pulverização.

Os resultados de volume depositado apresentaram diferença significativa para todos os tratamentos apenas nas variáveis folhas externas e exoderiva, de forma que o volume depositado aumentou conforme o aumento gradual da pressão de trabalho, para as folhas externas o aumento foi de 268% ao elevar a pressão de 250 para 500 kPa e 258% de 500 para 700 kPa. Tratando-se das coletas nas folhas internas foi conferida diferença significativa apenas para a maior pressão de trabalho, enquanto o volume depositado sobre o dorso do operador apresentou diferença significativa apenas para a menor pressão, devido à menor capacidade das gotas atingirem-no, fator positivo por reduzir a concentração de ingrediente ativo em contato com o corpo e intoxicações.

Os maiores valores de volume depositado foram encontrados nas folhas internas, externas e exoderiva na pressão de 700 kPa, fator este ainda positivo, considerando que nas pressões de pulverização inferiores à deriva é reduzida em 45 e 71,6% respectivamente, pois o volume de calda que chega ao alvo é amplamente superior.

Na Figura 3 são apresentados os resultados referentes a cobertura de gotas nos diferentes pontos de coleta em função da pressão de pulverização.



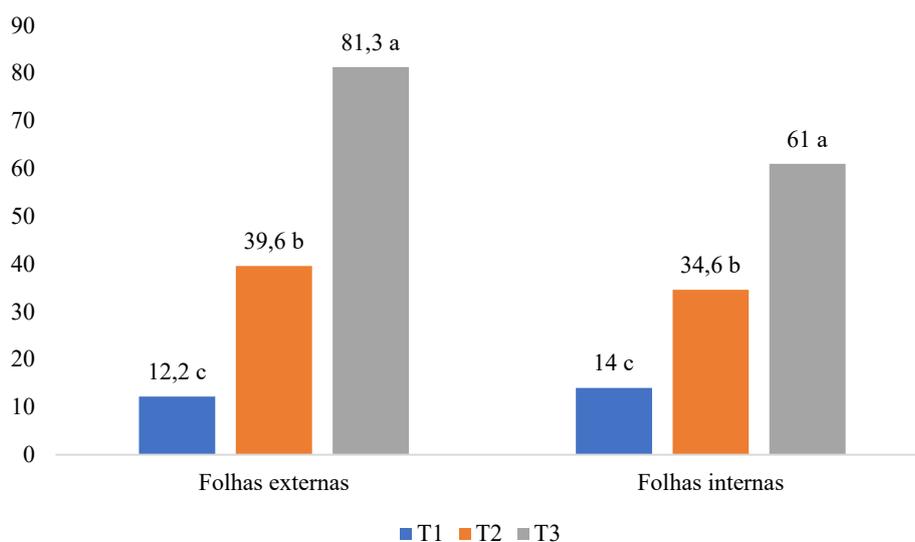
**Figura 3.** Cobertura de gotas em função da pressão de pulverização

A cobertura das gotas apresentou diferença significativa entre os três tratamentos para as variáveis folhas externas e exoderiva, para as folhas internas não foram identificadas diferenças entre T1 e T2 enquanto as gotas que atingiram o operador não apresentaram diferenças entre T2 e T3. Os dados encontrados seguem, em parte, o padrão observado por Sasaki et al., (2020) de que o aumento de pressão eleva a vazão do líquido pulverizado de forma linear, influenciando na cobertura do alvo.

Os maiores índices de cobertura foram encontrados na maior pressão de pulverização nas coletas das folhas externas (84,8%), das gotas perdidas por exoderiva (80,8%) e folhas internas (61,6%), demonstrando que há de fato maior assertividade ao elevar a pressão de trabalho, mas conseqüentemente ocorre maior perda de gotas e ingrediente ativo, indo ao encontro da afirmação de Appah et al., (2019) de que a distância entre a ponta de pulverização e o alvo podem interferir na atração das gotas pelas plantas, fato comum em um pulverizador hidropneumático que é projetado na forma de um arco com pontas distribuídas em 180°.

As folhas externas apresentam maior cobertura pela proximidade das pontas de pulverização em relação a planta, corroborando com Gouda et al., (2018) onde os autores afirmam que o terço médio das plantas de café é a porção que mais recebe gotas, com maior cobertura.

Na figura 4 são apresentadas as médias de densidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  obtidas nas folhas externas e internas do cafeeiro sob diferentes pressões de pulverização.



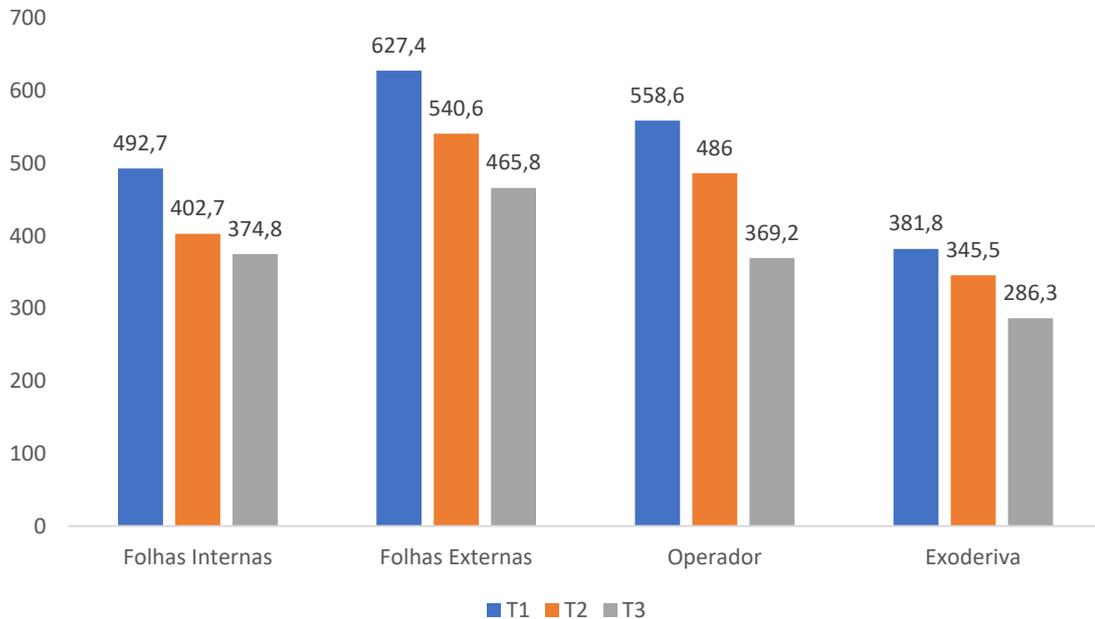
**Figura 4.** Densidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  dispostas nas folhas internas e externas das plantas de café.

A figura 4 expõe a quantidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  que chegam até as folhas de acordo com a pressão de pulverização, afere-se que conforme maior é a pressão e consequentemente o volume de aplicação, maior foi a densidade de gotas coletadas pelos papeis fotográficos. Considerando as folhas externas, houve um aumento de 324 e 667% ao aumentar a pressão de 250 para 500 e 700 kPa, respectivamente. Tratando-se das folhas internas, também houve diferença significativa entre os tratamentos, ocorrendo um aumento de 247 e 435% partindo da menor para a intermediária e maior pressão de pulverização.

Exceto para T1, a densidade de gotas aplicadas nas folhas internas foi maior que nas externas, enquanto nos demais tratamentos a quantidade de gotas aferidas foi maior nas folhas mais expostas, demonstrando que a maior parte do produto aplicado sobre o alvo concentra-se na face exterior da planta, podendo ser um empecilho para controle de doenças e pragas que atuam prioritariamente no interior da planta. Com isso, fica evidente a necessidade de levar em consideração a pressão de trabalho aliada com o volume de aplicação, pois para as condições estudadas, a assertividade do alvo, assim como a quantidade de gotas depositadas, será maior na maior pressão e volume depositado.

Em estudo comparando pulverizadores pneumáticos e hidropneumáticos em diferentes pressões e volumes de calda na cultura do café, Côvre et al., (2020) encontraram que o pulverizador hidropneumático proporcionou maior deposição nos terços inferior ao elevar o

volume de calda de 350 para 400 e 500 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente, não havendo diferença significativa entre o volume intermediário e superior.

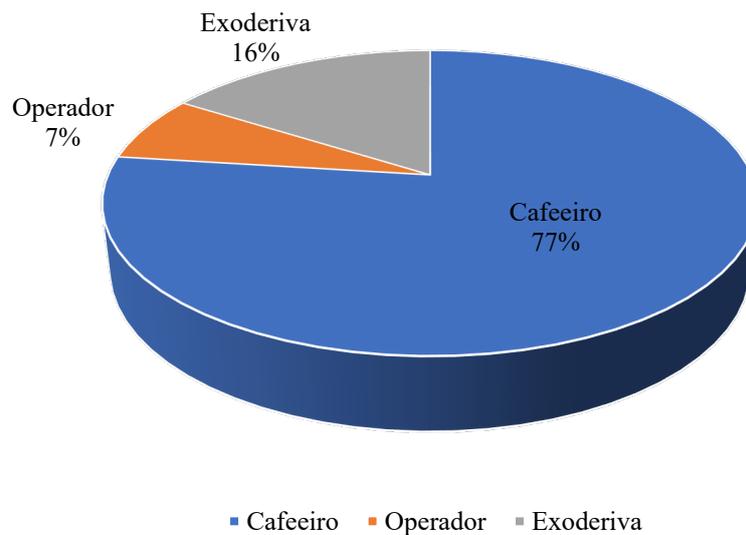


**Figura 5.** Diâmetro mediano volumétrico das gotas depositadas.

Para a variável diâmetro mediano volumétrico foram encontradas diferenças significativas em todos os pontos de coleta. As folhas externas apresentaram maiores índices de diâmetro mediano volumétrico (627,4), seguida pelas gotas que atingiram o operador (558,6), as folhas internas (492,7) e as que foram perdidas por exoderiva (381,8), com isso infere-se que as gotas que tem potencial de adentrar na cultura e são perdidas pelo vento apresentam menores valores de DMV.

Ao elevar a pressão de pulverização e o volume de calda aplicado foram encontrados menores valores de diâmetro mediano volumétrico das gotas, contudo, o tamanho de gotas é tido como aceitável pois não foram verificadas gotas com DMV inferior a 100 µm, estas sujeitas ao arrastamento pelo vento (Vitória e Campanharo, 2016) assim como gotas maiores que 800 µm, que por sua vez seguem a tendência de escorrimento das folhas pós aplicação, prejudicando a cobertura do alvo (LEFEBVRE, 1989).

Os resultados para DMV são considerados elevados, entretanto, Ribeiro e Vitória (2022) afirmam que tais valores são esperados pelo fato que o fracionamento das gotas em pulverizadores pneumáticos é realizado pela corrente de ar, sendo menos eficiente que em pulverizadores convencionais.



**Figura 6.** Distribuição média do volume aplicado durante a pulverização

A figura 6 expõe que o aproveitamento da pulverização é relativamente alto, pois 77% do volume aplicado chega até as folhas do cafeeiro, discordando parcialmente do estudo publicado por Garcerá, Molito e Chueca (2017) no qual os autores, ao estudarem a assertividade de gotas com um pulverizador hidropneumático, afirmam que apenas 46% das gotas pulverizadas atingiram o alvo e 4% em plantas adjacentes.

Em estudo publicado por Pereira et al., (2022) avaliando a deposição de gotas por um pulverizador costal sobre o operador, os autores afirmam que um volume considerável de calda deposita sobre os membros do mesmo, sendo passível a absorção dos defensivos via absorção cutânea levando à intoxicação ou problemas de saúde mais graves conforme o nível de exposição. À curto prazo, o contato de defensivos químicos em operadores pode causar irritações ou dermatites de contato, quanto mais expostos os operadores, maior a quantidade de relatos destes profissionais com doenças de pele (SHARMA et al., 2018).

## 5. CONCLUSÃO

A maior pressão de pulverização de 700 kpa proporcionou maior volume depositado, cobertura do alvo e densidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  em todos os pontos de coleta, porém obteve resultados menos satisfatórios para a deriva.

A menor pressão de pulverização de 250 kpa proporcionou uma eficiência menor da cobertura do alvo, porém obteve resultados favoráveis de deriva.

O volume aplicado no alvo apresentou valores satisfatórios em relação às perdas por exoderiva e depósito sobre o operador.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPAH, S.; WANG, P.; OU, M.; GONG, C.; JIA, W. Review of electrostatic system parameters, charged droplets characteristics and substrate impact behavior from pesticides spraying. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 12, n. 2, p. 1-9, 2019.
- BAIO, F. H. R.; SCARPIN, I. M.; SILVA, E. E. Papel hidrossensível e alternativo fotográfico em ensaios de deposição de gotas. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 4, p. 339-347, 2015.
- BARBOSA, J.C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Versão 1.1. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.
- CONAB – Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, v. 9, Safra 2022, n. 2 – segundo levantamento, Brasília, p. 1-61, junho/2022. Disponível em: < file:///C:/Users/arthu/Downloads/E-book\_BoletimZdeZSafrazcafZ-ZmaioZ22-compactado.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2022.
- CONTIERO, R.L., BIFFE, D.F., and CATAPAN, V. Tecnologia de Aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R. **Hortaliças-fruto [online]**. Maringá, p. 401-449, 2018.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, Embrapa Solos, 353 p. <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00053080.pdf> (acessado em 6 de maio de 2022).
- GARCERÁ, C.; MOLTÓ, E.; CHUECA, P. Spray pesticide applications in Mediterranean citrus orchards: Canopy deposition and off-target losses. **Science of the Total Environment**, v. 599, p. 1344-1362, 2017.
- GAVRILESCU, M. Fate of pesticides in the environment and its bioremediation. **Engineering in Life Sciences**, v.5, n.6, p.497- 526, 2005.
- GITIRANA NETO, J.; CUNHA, J. P. A. R.; ALMEIDA, V. V.; ALVES, G. S. Spray deposition on coffee leaves from airblast sprayers with and without electrostatic charge. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 5, p. 1296-1303, 2015.
- GOUDA, A. I.; MEHOBBA, M. H. L.; TOKO, I. I.; SCIPPO, M. L.; KESTEMONT, P.; SCHIFFERS, B. Comparison of drift of two types of sprayers used in cotton production in Benin. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, v. 22, n. 2, p. 94-105, 2018.
- LEFEBVRE, A.H. Atomization and sprays. International Series: Combustion. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1989. 421p.
- MILLER, P.C.H. Spray drift and its measurement. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB International, 1993. p.101-122
- PEREIRA, P. S.; FERNANDES, H. C.; CECON, P. R.; SOUZA, L. M. R.; TEIXEIRA, C. C. Avaliação da deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador e a influência de parâmetros meteorológicos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e24311124889-e24311124889, 2022.

QUIRINO, A. L. D. S., TEIXEIRA, M. M., FERNANDES, H. C., & FERREIRA, L. R. Parâmetros da pulverização de defensivos agrícolas visando a redução da contaminação ambiental e do aplicador. *Agrarian*, v.6, n.20, p.161-166, 2013.

RIBEIRO, L. F. O.; VITÓRIA, E. L. Qualidade de pulverização hidropneumática na cultura da macadâmia. **Revista Agrotrópica**, v. 34, n. 1, p. 81-88, 2022.

RUAS, R. A. A., SICHOKI, D., DEZORDI, L. R., CARVALHO FILHO, A., GOD, P. I. V. G. Proposta de método para inspeção em pulverizadores hidropneumáticos. **Coffee Science**, v. 10, n. 1, p. 76-82, 2015.

SASAKI, R. S.; BRITO, A. C. D.; ALVARENGA, C. B. D.; TEIXEIRA, M. M.; ROCHA, H. J. A. The automatic selection of hydraulic spray nozzles based on the psychrometric air conditions in hydropneumatic sprayers. **Revista Ceres**, v. 67, p. 9-15, 2020.

SHARMA, A.; MAHAJAN, V. K.; MEHTA, K. S.; CHAUHAN, P. S.; SHARMA, V.; SHARMA, A.; CHAUHAN, S. Pesticide contact dermatitis in agricultural workers of Himachal Pradesh (India). **Contact dermatitis**, v. 79, n. 4, p. 213-217, 2018.

SILVA, J. E. R., CUNHA, J. P. A. R., NOMELINI, Q. S. S. Controle estatístico de processo em pulverização hidropneumática na cultura do café. **Coffee Science**, v. 11, n. 1, p. 11-21, 2016.

SILVA, J. E. R., CUNHA, J. P. A. R., NOMELINI, Q. S. S. Deposição de calda em folhas de cafeeiro e perdas para o solo com diferentes taxas de aplicação e pontas de pulverização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18 n.12, 1302-1306, 2014.

SOHEILIFARD, F.; MARZBAN, A.; RAINI, M. G.; TAKI, M.; VAN ZELM, R. Chemical footprint of pesticides used in citrus orchards based on canopy deposition and off-target losses. **Science of the Total Environment**, v. 732, p. 139118, 2020.

VITÓRIA, E. L.; CAMPANHARO, A. Water sensitive sample for determination of drops spectrum in spraying in coffee canephora. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 368-374, 2016.

YANG, Q.; ZHU, Y.; WANG, J. Adoption of drip fertigation system and technical efficiency of cherry tomato farmers in Southern China. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, p. 123980, 2020.